

**NASKAH PUBLIKASI  
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT  
DARI PASIR SILIKA DAN NATRIUM HIDROKSIDA  
KAPASITAS 65.000 TON PER TAHUN**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata 1  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Oleh :**  
**Ade Juli Zarmica**  
**D 500 100 050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT  
DARI PASIR SILIKA DAN NATRIUM HIDROKSIDA  
KAPASITAS 65.000 TON PER TAHUN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**ADE JULI ZARMICA**

**D 500 100 050**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke at the end.

**Muhammad Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.**

**NIK. 794**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT  
DARI PASIR SILIKA DAN NATRIUM HIDROKSIDA  
KAPASITAS 65.000 TON PER TAHUN**

**OLEH**

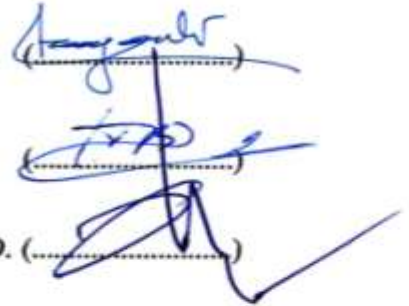
**ADE JULI ZARMICA**

**D 500 100 050**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Sabtu, 1 Oktober 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Haryanto AR, MS.  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Hamid Abdillah, S.T, M.T.  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Muhammad Mujiburohman, S.T., M.T, Ph.D. (.....)  
(Anggota II Dewan Penguji)



**Dekan Fakultas Teknik**



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di terbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Surakarta, 1 Oktober 2016

Penulis



ADE JULI ZARMICA

D 500 100 050

# **PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SILIKAT DARI PASIR SILIKA DAN NATRIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 65.000 TON PER TAHUN**

## **Abstrak**

Pabrik sodium silikat dengan bahan baku natrium hidroksida dan pasir silika, direncanakan akan didirikan di daerah industri Gresik dengan kapasitas 65.000 ton/tahun. Dalam prosesnya pembuatan sodium silikat dilakukan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan cara mereaksikan natrium hidroksida dan pasir silika. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, endotermis, dengan suhu operasi 220°C dan tekanan 24 bar. Bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat sodium silikat dengan kapasitas 9.027,78 kg/jam adalah sodium hidroksida sebesar 3.029,54 kg/jam dan pasir silika sebesar 5.696,8 kg/jam. Kebutuhan utilitas berupa kebutuhan air diperoleh dari sungai Bengawan Solo sebesar 64.394,34 kg/jam, penyediaan uap air jenuh sebesar 8.175,9 kg/jam yang dihasilkan dari proses pemanasan air di *boiler* dengan bahan bakar solar sebesar 520 liter/jam, dan penyediaan listrik diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 587,4 kW sebagai cadangan yang menggunakan bahan bakar sebesar 79,01 liter/jam. Pabrik sodium silikat dengan kapasitas 65.000 ton/tahun. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun, dan akan didirikan di kawasan Industri Gresik Jawa Timur dengan luas tanah 12.371 m<sup>2</sup> dan jumlah karyawan 188 orang. Pabrik sodium silikat memerlukan biaya produksi sebesar Rp241.686.040.102,00. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp66.338.756.994,00 per tahun, Setelah dipotong pajak 25% keuntungan mencapai Rp49.754.667.745,00 per tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 27,4% dan setelah pajak 20,6%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,67 tahun dan setelah pajak 3,27 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 53,6% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,2%. *Interval rate of return* (IRR) terhitung sebesar 46,05%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata kunci: Sodium Silikat , Pabrik Kimia, Pasir Silika,Gersik.

## **Abstract**

Sodium silicate plant with raw materials of sodium hydroxide and silica sand, is planned to be established in the industrial area of Gresik with a capacity of 65,000 tons/year. In the process of producing sodium silicate is performed using continuous stirred tank reactor (CSTR) by reacting sodium hydroxide and silica sand. In the reactor the reaction undergoes liquid-liquid phase, endothermic, with operating temperatures of 220°C and a pressure of 24 bar. To produce sodium silica the process requires raw materials including 3029.54 kgs/hour of sodium hydroxide and 5696.8 kgs/hour of silica sand. The process also needs utilities including 64,394.34 kgs/hour of water, 8,175.9 kgs/hour of steam, 520 liters/hour of fuel diesel, 587.4 kW of electricity obtained from the PLN, and 587.4 kW of generator as backup need 79.01 liters / hour of fuel. Sodium silicate plant with a capacity of 65,000 tons/year. The plant is planned to operate for 330 days/year, and will be established in East Java Gresik Industrial area with a land area of 12,371 m<sup>2</sup> and the number of employees is 188 people. The sodium silicate plant require the production costs Rp241,686,040,102.00. The economic analysis of this plant showed a profit before tax of Rp66,338,756,994.00 per year, after tax profits reached Rp49,754,667,745.00 25% per year. The

Percent Return On Investment (ROI) before tax 27.4% and 20.6% after taxes. The Pay Out Time (POT) before tax is was 2.67 years and 3.27 years after tax. The Break Even Point (BEP) amounted to 53.6% and the Shut Down Point (SDP) of 28.2%. The Interval rate of return (IRR) accounted for 46.05%. From these analysis economy concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords: Sodium Silicate, Chemical Plant, Silica Sand, Gresik.

## 1. PENDAHULUAN

Setelah memasuki era pasar bebas dan pembangunan yang pesat, maka Indonesia dihadapkan dengan situasi pembangunan yang pesat agar mampu bersaing dengan negara lain di dunia, serta agar mampu menaikkan taraf hidup masyarakatnya. Setiap pembangunan yang dilakukan tentu tidak terlepas dari pembangunan industri. Salah satunya yang akhir-akhir ini banyak dikembangkan adalah industri dalam bidang kimia.

Diantara produk yang dihasilkan dari industri di bidang kimia adalah Sodium silikat. Sodium silikat adalah industri kimia yang diproduksi dari bahan baku natrium hidroksida dan pasir silika. Produksi Sodium silikat dalam negeri harus diperhatikan, hal ini sangat penting, jika kapasitas dalam negeri memiliki jumlah yang besar maka mampu mengurangi ketergantungan kita terhadap industri luar negeri serta mampu mengurangi pengeluaran yang dilakukan oleh negara. Lapangan kerja pun akan terbuka jika industri pembuatan Sodium silikat mampu memproduksi dengan baik.

Sodium silikat banyak digunakan pada pabrik *silica gel*, sabun, detergen, keramik, *drum filter*, juga digunakan sebagai *flocculating agen* pada *water treatment*, serta untuk sintesis zeolit.

## 2. METODE

### 2.1 Proses Produksi Sodium Silikat

Secara umum sodium silikat diproduksi dengan metode-metode berikut ini: .

Cara lain yaitu dengan cara mengeringkan larutan sodium silikat dalam *drum granulator*.

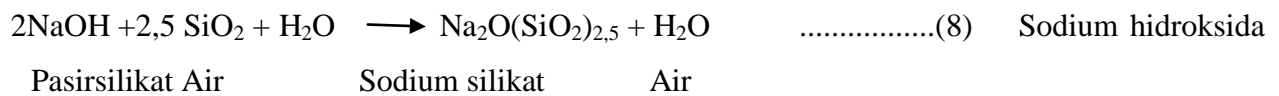
Selanjutnya dilakukan pengayakan menggunakan *screen* untuk memperoleh sodium silikat dalam bentuk *powder*.

Metode *Coogee Chemicals process* Proses ini dengan memanaskan pasir silikat sampai suhu 220°C dan pada tekanan 24 bar. Setelah bahan pasir silikat sudah pada kondisi yang diinginkan dimasukkan natrium hidroksida cair konsentrasi 50% ke dalam reaktor agar bereaksi menjadi sodium silikat. Pada prarancangan pabrik akan digunakan metode ini.

## 2.2 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan Termodinamika :

Reaksi pembuatan Sodium Silikat



Data :

$\Delta H_f^\circ$  masing-masing komponen pada suhu 25 °C = 298 K

$\Delta H_f^\circ \text{NaOH} = -426,886 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O} = -286,031 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H_f^\circ \text{SiO}_2 = -851,386 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H_f^\circ \text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_{2,5} = -1607,35 \text{ kJ/mol} \quad ( \text{Yaws}, 1999 )$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \Delta H_R &= \sum \Delta H_f^\circ \text{produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{reaktan} \\ &= ((-1607,35) + (2 \times (-286,031))) - (((2 \times (-426,886)) + (2,5 \times (-851,386)) + (-286,031)) \text{ kJ/mol} \\ &= 1.106,856 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari reaksi di atas menunjukkan bahwa reaksi pembuatan sodium silikat tersebut adalah reaksi endotermis atau membutuhkan panas, karena harga menunjukkan  $\Delta H_R$  harga positif.

## 2.3 Langkah Proses

Secara keseluruhan proses pembuatan sodium silikat ini dibagi menjadi 3 langkah, yaitu:

### 2.3.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku NaOH dalam bentuk padatan disimpan dalam *silo NaOH*, sedangkan untuk bahan baku pasir silika yang juga berbentuk padatan disimpan di *silo SiO<sub>2</sub>*. Sebelum direaksikan ke *reaktor*, NaOH dicairkan terlebih dahulu dengan air di dalam *mixer* (M-110).

### 2.3.2 Tahap Reaksi

Pasir silika dimasukkan ke dalam *reaktor* untuk direaksikan dengan NaOH pada suhu 220°C dan tekanan 24 bar. Reaksi diproses pada fase cair, produk sodium silikat keluar dari *reaktor* dalam bentuk lelehan kemudian didinginkan dengan *cooler* sampai suhu 80°C. Setelah itu masuk ke dalam *centrifuge* untuk memisahkan produk dari mother liquornya.

### 2.3.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Produk yang keluar dari *centrifuge* kemudian diumpankan ke *rotary dryer*. Di dalam *rotary dryer* dipanaskan kembali dengan suhu 130°C bertujuan agar cairan yang masih ikut terbawa akan teruapkan dan diperoleh produk dengan kadar 96%.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efisien.

Tabel 1. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

Jabatan	Jumlah Orang
Direktur Utama	1
Direktur Teknik & Produksi	1
Direktur Keuangan & Umum	1
Staff Ahli	1
Kepala Bagian	6
Kepala Seksi	11
<b>Karyawan</b>	
K. Teknik	7
K. Utilitas	20
K. Laboratorium	6
K. Proses	20
K. Pembelian	2
K. Pemasaran	3
K. Logistik	5
K. keuangan	4
K.Administrasi	3
Karyawan Personalia	4
Karyawan Keamanan	8
Operator	68



Sopir	4
Pesuruh	5
Dokter	1
Perawat	2
Petugas Kebersihan	5
<b>Jumlah</b>	<b>188</b>

### 3.2 Analisis Ekonomi

Keuntungan (*Profit*)

*Sales price* = Rp. 328.287.700.000,00

Total biayaproduksi = Rp. 146.823.707.266,00

Keuntungansebelumpajak = Rp. 66.338.756.994,00

Keuntungansesudahpajak = Rp. 49.754.667.745,00

*Persent Return of Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

$$ROI_b = Pb / FC \times 100 \% = 27,4\%$$

$$ROI_a = Pa / FC \times 100 \% = 20,6\%$$

*Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

$$POT_b = FC / (Pb + 0.1FC) = 2,67 \text{ Tahun}$$

$$POT_a = FC / (Pa + 0.1FC) = 3,27 \text{ Tahun}$$

*Break Even Point (BEP)*

*Fixed Expense (Fa)* = Rp36.252.906.015,00

*Regulated Expense (Ra)* = Rp134.391.579.066,00

*Variabel Expense (Va)* = Rp91.314.547.925,00

*Sales (Sa)* = Rp328.287.700.000,00

$$BEP = \frac{Fa \times 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$BEP = 53,58 \%$$

*Shut Down Point (SDP)*

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100 \%$$

$$SDP = 28,2\%$$

Interval rate of return (IRR)

Umur Pabrik = 10 tahun

*Fixed Capital* (FC) = Rp241.686.040.102,00

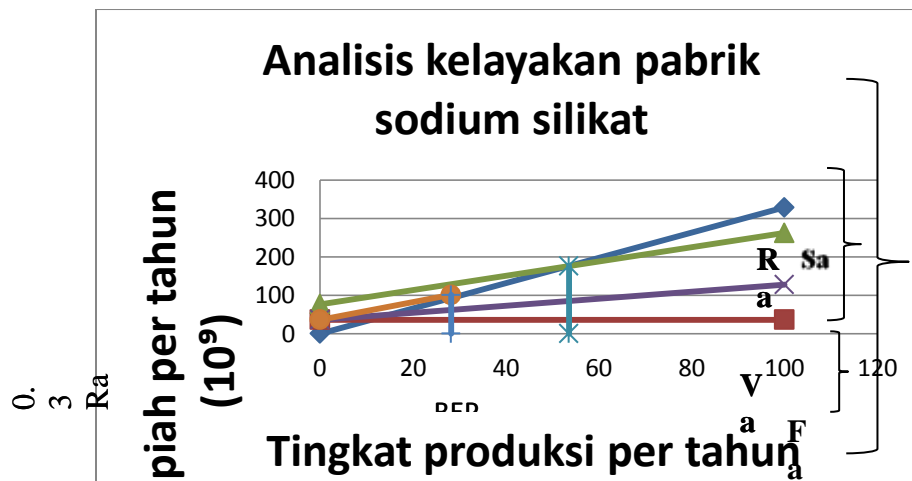
*Working Capital* (WC) = Rp23.355.330.551,00

*Cash Flow* = Rp93.981.594.441,00

*Salvage Value* (SV) = Rp24.686.604.010,00

IRR = 46,05%

Bunga Bank rata-rata saat ini = 8 % sampai 10 %



Gambar 1. Analisis kelayakan pabrik sodium silikat

#### 4. PENUTUP

Dalam perancangan pabrik sodium silikat dari natrium hidroksida dan pasir silika dengan kapasitas 65.000ton/tahun diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Perancangan pabrik sodium silikat dengan kapasitas 65.000ton/tahun bertujuan untuk mengurangi nilai impor sodium silikat dari luar negeri, menyediakan bahan baku untuk pabrik lainnya, serta meningkatkan ekonomi Indonesia di era globalisasi. Pabrik sodium silikat berbadan hukum Perseroan Terbatas yang direncanakan berlokasi di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur, dengan tanah seluas 12.371 Ha jumlah karyawan 158 orang dan akan beroperasi selama 330 hari/tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, “*Matche’s Process Equipment Cost Estimates*”, <http://www.matche.com/equipcost/Default.html>, Diakses 21 Juli 2016
- Anonim, 2014, “*Plant Cost Index*”, <http://www.chemengonline.com/pci-home>, Diakses 8 Agustus 2016.
- Anonim, 2015, “*Gubernur Jatim Tetapkan UMK 2016*”, <http://regional.kompas.com/read/2015/11/21/05000061/Gubernur.Jatim.Tetapkan.UMK.2016>, Diakses 8 Agustus 2016.
- Anonim, 2016, “*Informasi Kurs Rupiah*”, <http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx>, Diakses 8 Agustus 2016
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistic Indonesia*. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Diakses pada tanggal 26 Februari 2015 pukul 12:22 WIB
- Badger, Walter L. dan Julius T. Banchero. 1957. *Introduction to Chemical Engineering*. Singapore : McGraw Hill Book Company.
- Brown, G.G., 1950, *Unit Operations*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, “*Process Equipment Design*”, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering* Vol. 6, Pergamon Press, Oxford.
- Fogler, H.S., 2006, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 4th ed., pp. 12-23, Pearson Education, Inc., Massachusetts.
- Geankoplis, C.J. and J.F. Richardson, “*Design Transport Process and Unit Operation*”, 1989, Pergamon Press, Singapore
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc. Graw-Hill International Book Company Inc., New York.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F. (1998). *Encyclopedia of Chemical Technology* (4th ed.). New York: The Interscience Encyclopedia Inc.
- Matche. 2015. *matche equipment*. <http://www.matche.com/equipmentcost/html>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2016 pukul 10:17 WIB
- McCabe, W.I. and Smith, J.C., 1985, “*Unit Operation of Chemical Engineering*”, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Singapore.

- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. New York: McGraw Hill.
- Perry, R. H., dan Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers* (7th ed.). USA: McGraw Hill Companies Inc.
- Rase, Howard F., 1981, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", 3<sup>rd</sup> ed., McGraw Hill International Book Company, Tokyo.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th ed.*, Mc. Graw-Hill Book Co., New York.
- Treybal, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore
- Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Wiley and Sons, Inc., New York
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*.